

**APPARATUS FOR THE HYDRAULIC MOUNTING OF TUBES IN TUBE  
ENDPLATES**Patent Number: ☐ GB1543524Publication  
date: 1979-04-04

Inventor(s):

Applicant(s):: BALCKE DUERR AG

Requested  
Patent: ☐ DE2622753Application  
Number: GB19770007537 19770223Priority Number  
(s): DE19762622753 19760521IPC  
Classification: B21D39/06EC  
Classification: B21D39/06, F28F9/16, B21D39/20BEquivalents: ☐ AT351901B, AT363477, ☐ AT363477B, ☐ BE854788, BR7702353, CA1079041,  
☐ CH615369, CS194793, ☐ FR2351726, ☐ IT1076425, ☐ JP52142356,  
☐ NL7702798, ☐ SE424827, SE7704539, ZA7700960

---

**Abstract**

---

The pressure of the hydraulic fluid which is used for the expansion and pressing of the tube (8) into contact with the wall of the hole is increased to a level at which the expansion of the tube and of the wall of the hole which occurs is such that, after relief of the pressure, the tube is permanently gripped by the wall of the hole by virtue of the positive difference in the unhindered elastic recovery of the tube and of the wall of the hole. The method can be used, in particular, in the production of heat exchangers. Since it is possible to set the required expansion pressure precisely, it is also possible to achieve the desired prestressing of the tube (8)

in the hole precisely. 

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑤①

Int. Cl. 2:

**B 21 D 39/06**

①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DT 26 22 753 A 1**

①①

# **Offenlegungsschrift 26 22 753**

②①

Aktenzeichen:

P 26 22 753.2-14

②②

Anmeldetag:

21. 5. 76

④③

Offenlegungstag:

1. 12. 77

③①

Unionspriorität:

③② ③③ ③① —

⑤④

Bezeichnung:

Verfahren zum druckdichten Befestigen von Rohren in Bohrungen von Rohrplatten

⑥①

Zusatz zu:

P 24 00 148.7

⑦①

Anmelder:

Balcke-Dürr AG, 4030 Ratingen

⑦②

Erfinder:

Krips, Herbert; Podhorsky, Miroslav, Dipl.-Ing. Dr.; 4630 Bochum

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DT 26 22 753 A 1**

2622753

- 7 -

P a t e n t a n s p r u c h

- Verfahren zum druckdichten Befestigen von Rohren in Bohrungen von Rohrplatten, insbesondere bei Wärmetauschern, bei dem die Rohre mit Spiel in die Bohrungen eingesetzt, anschließend durch ein hydraulisches Druckmittel auf-  
5 weitert und an die Bohrungswandung angepreßt werden,  
dadurch gekennzeichnet, daß der  
Druck des Druckmittels solange erhöht wird, bis eine  
solche Verformung des Rohres und der Bohrungswandung  
eingetreten ist, daß die Differenz der unbehinderten  
10 elastischen Rückwege von Bohrung und Rohr positiv ist  
und damit eine bleibende Umklammerung des Rohres in der  
Bohrung bewirkt wird.

709848/0452

ORIGINAL INSPECTED

Dr. W. P. Radt  
Dipl.-Ing. E. E. Finkener  
Dipl.-Ing. W. Ernesti  
Patentanwälte  
463 Bochum  
Heinrich-König-Straße 12  
Fernsprecher 4 15 50, 4 23 27  
Telegrammadresse: Radtpatent Bochum

-2-

2622753

Balcke-Dürr  
Aktiengesellschaft

4030 Ratingen

76 129  
WE/IK

Verfahren zum druckdichten Befestigen von  
Rohren in Bohrungen von Rohrplatten

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum druckdichten Befestigen von Rohren in Bohrungen von Rohrplatten, insbesondere bei Wärmetauschern, bei dem die Rohre mit Spiel in die Bohrungen eingesetzt, anschließend durch ein hydraulisches Druckmittel aufgeweitet und an die Bohrungswandung angepreßt werden.

Für das Befestigen von Rohren in Bohrungen von Rohrplatten für Wärmetauscher ist bisher das seit langem bekannte Verfahren des mechanischen Einwalzens der Rohre angewendet worden. Die Verbindung zwischen Rohr und Rohrplatte stellt im Apparatebau einen Fertigungsprozeß von großer sicherheitstechnischer und verfahrenstechnischer Bedeutung dar. Die Anforderungen an die Sicherheit und Lebensdauer einer solchen Rohrbefestigung sind in den letzten Jahren allgemein und vor allem im Hinblick auf die Verwendung von Wärmetauschern in Kernenergieanlagen ganz erheblich gestiegen. Diese erhöhten Qualitätsanforderungen lassen sich mit dem mechanischen Einwalzen nicht in ausreichendem Maße erfüllen, abgesehen davon, daß das Einwalzverfahren relativ zeitaufwendig ist.

Nach einer anderen bekannten Methode zur Befestigung von Rohren in Bohrungen wird das Rohr unter Verwendung eines hydraulischen Druckmittels aufgeweitet und gegen die Boh-

709848/0452

ORIGINAL INSPECTED

- 2 -  
3

rungswandung gepreßt, wobei der die Wandung umgebende Werkstoff der Rohrplatte teilweise mit verformt wird.

Eine Einrichtung, mittels der Rohre durch hydraulisches Aufweiten in Bohrungen befestigt werden können, ist aus  
5 der DT-OS 24 00 148 bekannt.

Das Verfahren des hydraulischen Aufweitens von Rohren ist dem mechanischen Anwalzen in der Handhabung und in der Wirtschaftlichkeit überlegen. Was die Zuverlässigkeit der Dichtheit unter allen zu erwartenden Betriebs-  
10 bedingungen anbelangt, sind jedoch die Ergebnisse der bisher bekanntgewordenen hydraulischen Aufweitverfahren noch nicht zufriedenstellend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das an sich bekannte Verfahren, Rohre durch hydraulisches Aufweiten  
15 druckdicht in Bohrungen zu befestigen, dahingehend weiter zu entwickeln, daß unter Berücksichtigung der Werkstoffe und der geometrischen Abmessungen eine gewünschte Verspannung des Rohres in der Bohrung, d.h. ein vorherbestimmbarer Haftdruck, erzielt wird. Der Haftdruck ist  
20 hierbei ein Maß für die Kraft, mit der das Rohr in der Rohrplatte gegen axiales Herausziehen aus der Bohrung gehalten wird.

Ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren zum druckdichten Befestigen von Rohren in Bohrungen von Rohrplatten wird die gestellte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch  
25 gelöst, daß der Druck des Druckmittels solange erhöht wird, bis eine solche Verformung des Rohres und der Bohrungswandung eingetreten ist, daß die Differenz der unbehinderten elastischen Rückwege von Bohrung und Rohr positiv ist, um eine bleibende Umklammerung des Rohres  
30 in der Bohrung zu erreichen.

709848/0452

ORIGINAL INSPECTED

- 8 -  
4

Die Erfindung vermittelt die Erkenntnis, daß es zur Erzielung einer einwandfreien Rohrbefestigung, bei der das Rohr nach dem Aufweitvorgang in der Bohrung unter einer vorgegebenen Spannkraft steht, notwendig ist, den Aufweitdruck über einen vorgegebenen Grenzwert zu steigern. Dieser Grenzwert ist der Druck, bei dem die unbehinderten elastischen Rückwege von Bohrung und Rohr gleich groß sind, d.h. ihre Differenz den Wert null ergibt. Die physikalischen Zusammenhänge werden nachfolgend noch erläutert.

Ein bedeutsamer Vorteil des neuen Verfahrens liegt darin, daß aufgrund des meßbaren Arbeitsdruckes des flüssigen Druckmittels der erforderliche Aufweitdruck genau eingestellt werden kann und folglich eine große Genauigkeit in der Erzielung der gewünschten Verspannung des Rohres erreichbar ist. Der genau meßbare Arbeitsdruck gewährleistet ferner eine hohe Gleichmäßigkeit bei der Vielzahl der sich wiederholenden Rohrbefestigungen an einer einzigen Rohrplatte. Hinzu kommt, daß die Aufweitzonen bei Verwendung einer Einrichtung, wie sie aus der vorstehend erwähnten Offenlegungsschrift bekannt ist, genau begrenzt werden können. Dadurch ist es möglich, einen Spalt zwischen Rohr und Rohrplatte auch am Ende der Bohrung auf der Platteninnenseite zuverlässig zu vermeiden. Die Aufweitzone wird hierbei bis an den Rand der Bohrung gelegt. Bisher war es nicht möglich, bis in den Randbereich zu walzen, ohne die Rohre zu gefährden. Vorhandene Spalte bei einer Rohrbefestigung sind aber bekanntlich Ursachen für Korrosionsnester.

Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel und anhand von zeichnerischen Darstellungen erläutert. Es zeigen:

- 4 -  
5

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Einrichtung zum hydraulischen Aufweiten von Rohren mit Hilfe einer Sonde und

5      Figur 2 ein Diagramm des Verlaufs der Verformungen von Rohr und Rohrplatte während des Aufweitvorganges.

Die in Figur 1 dargestellte Einrichtung zum Aufweiten enthält eine Sonde 1, eine Pumpe 2, einen Druckwandler oder Multiplikator 3, ein Druckmeßgerät 4, ein Überströmventil 5, einen Vorratsbehälter 6 für Druckflüssigkeit und ein Schaltventil 7.

Das aufzuweitende Rohr 8 ist in die Bohrung einer Rohrplatte 9 eingesetzt. Die Sonde 1 enthält einen zylindrischen Dorn, auf dem zwei Dichtringe 10 in umlaufenden Nuten gelagert sind, die einen zwischen ihnen liegenden ringförmigen Aufweitraum an den Enden abdichten.

Die Arbeitsweise der Aufweiteinrichtung ist folgende:

Vor Beginn des Aufweitens wird der Sekundärbereich mit Flüssigkeit angefüllt und der Stufenkolben des Multiplikators 3 in die in der Zeichnung wiedergegebene Ausgangsstellung gedrückt. Dieser Zustand wird dadurch erreicht, daß das Schaltventil 7 in die Stellung "Füllen" gebracht wird. Anschließend wird das Schaltventil in die Stellung "Aufweiten" umgelegt. Der mittels der Hochdruckpumpe 2 erzeugte Druck wirkt auf die große Querschnittsfläche des Stufenkolbens des Multiplikators 3, wodurch entsprechend dem Querschnittsverhältnis des Stufenkolbens im Sekundärbereich ein entsprechend erhöhter Druck erzeugt wird. Der Arbeitsdruck im Sekundärbereich

709848/0452



- 5 -  
6

wird anhand des Druckmeßgerätes 4 im Primärbereich kontrolliert. Die Begrenzung des Primärdruckes erfolgt durch das Überströmventil 5. Sobald der gewünschte Höchstdruck erreicht worden ist, wird die Flüssigkeit über das Überströmventil aus dem Primärbereich in den Vorratsbehälter 6 abgeleitet.

Nach Beendigung des Aufweitvorganges wird das Schaltventil in die Stellung "Entlasten" bewegt. Die Sonde 1 kann danach ohne Schwierigkeit aus dem aufgeweiteten Rohr 8 herausgezogen werden.

Figur 2 zeigt den Verlauf der Verformungen des Rohres 8 und der Rohrplatte 9 während des Aufweitvorganges. Im Bereich a wird das Rohr 8 mit ständig steigendem Druck des Druckmittels elastisch bis zur Fließgrenze beansprucht. Im Bereich b fließt das Rohr 8 bis es das Spiel zwischen Rohraußenwandung und Bohrungswandung überbrückt hat. Dieser Vorgang findet ohne nennenswerte Steigerung des Druckes des Druckmittels statt. Im Bereich c findet die elastische Verformung der Bohrungswandung in der Rohrplatte 9 statt, wobei gleichzeitig das Rohr 8 weiter plastisch verformt wird.

Der Enddruck wird unter Berücksichtigung der Werkstoffe, der Geometrie von Rohr 8 und Rohrplatte 9 und im Hinblick auf den gewünschten Haftdruck berechnet und am Überströmventil 5 eingestellt.

Die in Figur 2 auf der Radialkoordinate aufgetragenen Strecken a und c sind ein Maß für die elastische Verformung des Rohres und der Rohrplatte. Sie geben damit gleichzeitig auch die unbehinderten elastischen Rückwege dieser beiden Bestandteile wieder. Wie aus dem Diagramm

709848/0452

- 8 -  
7

hervorgeht, ist die Strecke  $c$  größer als die Strecke  $a$ , d.h. die Differenz der unbehinderten elastischen Rückwege von Plattenbohrung und Rohr ist positiv.

- 5 Der Aufweitdruck, bei dem die unbehinderten elastischen Rückwege von Plattenbohrung und Rohr gleich groß sind, d.h.  $c' - a = 0$ , wird als Grenzdruck bezeichnet. Wenn beim Aufweiten der Arbeitsdruck gerade diesen Grenzwert erreicht, liegt das Rohr nach der Druckentlastung zwar an der Bohrungswandung an, es ist aber praktisch keine
- 10 Umklammerung und damit kein Haftdruck vorhanden. Man erkennt hieran, daß es zur Erzielung einer festen Rohrverbindung notwendig ist, während des Aufweitvorganges den Arbeitsdruck bis über den erwähnten Grenzdruck hinaus zu steigern.

15 Zahlenbeispiel:

	Rohraußendurchmesser	22 mm
	Rohrwandstärke	2,9 mm
	Rohrwerkstoff	Incoloy 800
	Rohrplattenwerkstoff	22 NiMoCr 37
20	Dreiecksteilung	30 mm
	erzielte Ergebnisse:	
	Fließdruck des Rohres	1995 bar
	Grenzdruck	3106 bar
	Enddruck	4700 bar
25	Haftdruck, errechnet	728 bar

Anspruch

709848/0452

- 9 -

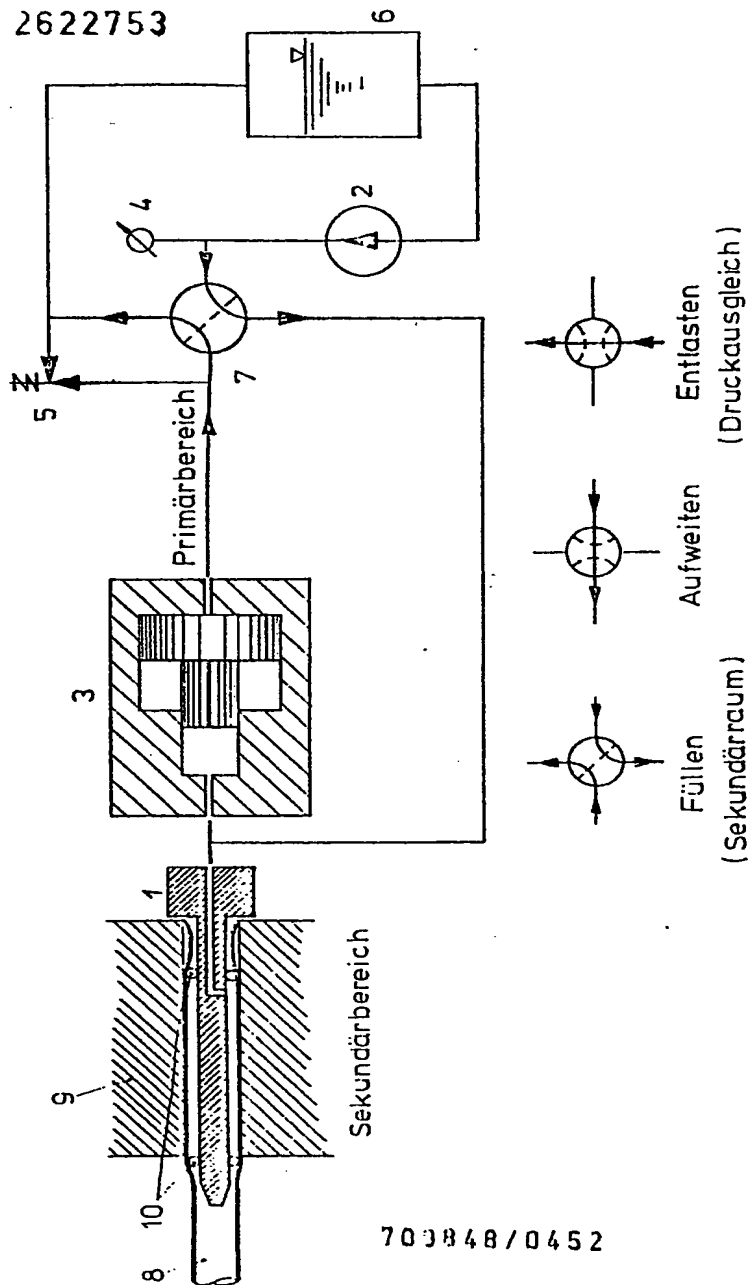


Fig.1

Das Diagramm zeigt die Spannungs- und Koordinatenverläufe in einem Balken. Die vertikale Achse ist mit der Radialkoordinate beschriftet und unterteilt in die Segmente  $a$ ,  $b$  und  $c$ . Die horizontale Achse zeigt die Spannungsverläufe: Aufweitdruck (linear ansteigend), Grenzdruck (konstant) und Enddruck (linear abnehmend).

Fig. 2

709848/0452

**ORIGINAL INSPECTED**